

P21020.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :K. YAMAMOTO

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :THREE-DIMENSIONAL IMAGE CAPTURING DEVICE




CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2000-254330, filed August 24, 2000. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
K. YAMAMOTO


Bruce H. Bernstein Reg. No. 33,329
Reg. No. 29,027

August 22, 2001
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC979 U.S. PTO
09/933761
08/22/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 8月24日

出願番号

Application Number:

特願2000-254330

出願人

Applicant(s):

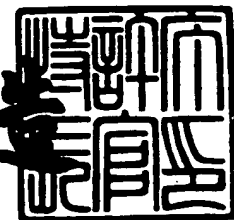
旭光学工業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 AP00871

【提出日】 平成12年 8月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 13/02
H04N 5/232
H04N 5/335

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 山本 清

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090169

【弁理士】

【氏名又は名称】 松浦 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 050898

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002979

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元画像検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の撮像光学系と第1の撮像部を用いて、被写体のスチル画像を撮影するテクスチャ画像撮影手段と、

第2の撮像光学系と第2の撮像部を用いて、前記被写体までの距離情報を前記第2の撮像部の各画素毎に検出可能な3次元計測手段と、

前記第1の撮像光学系と前記第2の撮像光学系との間の視差を、前記距離情報に基づいて補正する視差補正手段と

を備えたことを特徴とする3次元画像検出装置。

【請求項2】 前記距離情報から前記第2の撮像部の各画素に対応する前記被写体の3次元座標を算出する3次元座標算出手段を備え、前記視差補正手段が前記3次元座標に基づいて行われることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像検出装置。

【請求項3】 前記視差補正手段が、前記第2の撮像部の各画素に対応する前記3次元座標を第2の座標系に基づいて算出し、算出された前記3次元座標を前記第1の撮像系の焦点位置を座標原点とした第1の座標系に変換することにより行われることを特徴とする請求項2に記載の3次元画像検出装置。

【請求項4】 前記第2の座標系の座標原点が、前記第2の撮像光学系の焦点位置であることを特徴とする請求項3に記載の3次元画像検出装置。

【請求項5】 前記視差補正手段が、前記第2の撮像部の各画素に対応する前記被写体上の点を、前記第1の撮像部に投影することにより、前記第1の撮像部の画素と前記第2の撮像部の画素との対応を求め、これにより前記視差の補正が行われることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像検出装置。

【請求項6】 前記投影が、前記第1の座標系により表わされた前記第2の撮像部の各画素に対応する前記被写体の前記3次元座標に基づいて行われることを特徴とする請求項3及び請求項5に記載の3次元画像検出装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被写体の 3 次元形状とテクスチャを検出する 3 次元画像検出装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、被写体の 3 次元形状とテクスチャとを検出する 3 次元画像検出装置において、3 次元形状の計測に用いられる光学系と、テクスチャ画像を検出する光学系とが個別に設けられ、それぞれの光学系の焦点位置（視点）が異なる 2 軸式の 3 次元画像検出装置が考えられている。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

このような 2 軸式の 3 次元画像検出装置では、3 次元形状の計測とテクスチャ画像の検出で焦点位置が異なるため、得られる距離データとテクスチャデータとの間には視差によるズレが生じ、これらのデータを合成する際、正確な対応が得られない。

【 0 0 0 4 】

本発明は、被写体の 3 次元形状を表わす 3 次元座標データとこれに対応するテクスチャデータを異なる光学系を用いて取得する 3 次元画像検出装置において、3 次元座標データとテクスチャデータとの間の視差によるズレを補正可能な 3 次元画像検出装置を得ることを目的としている。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明の 3 次元画像検出装置は、第 1 の撮像光学系と第 1 の撮像部を用いて被写体のスチル画像を撮影するテクスチャ画像撮影手段と、第 2 の撮像光学系と第 2 の撮像部を用いて被写体までの距離情報を第 2 の撮像部の各画素毎に検出可能な 3 次元計測手段と、第 1 の撮像光学系と第 2 の撮像光学系との間の視差を距離情報に基づいて補正する視差補正手段とを備えることを特徴としている。

【 0 0 0 6 】

3次元画像検出装置は好ましくは、距離情報から第2の撮像部の各画素に対応する被写体の3次元座標を算出する3次元座標算出手段を備え、視差補正手段は3次元座標に基づいて行われる。このとき視差補正手段は、第2の撮像部の各画素に対応する3次元座標を第2の座標系に基づいて算出し、算出された3次元座標を第1の撮像系の焦点位置を座標原点とした第1の座標系に変換することにより行われる。また、第2の座標系の座標原点は、第2の撮像光学系の焦点位置であることが好ましい。これにより、被写体の3次元座標の算出や第2の座標系から第1の座標系へ座標変換が容易に行える。

【0007】

また視差補正手段は、第2の撮像部の各画素に対応する被写体上の点を、第1の撮像部に投影することにより、第1の撮像部の画素と第2の撮像部の画素との対応を求め、これにより視差の補正を行う。このときの投影は、第1の座標系により表わされた第2の撮像部の各画素に対応する被写体の3次元座標に基づいて行われることが好ましく、これにより簡略に視差の補正を行うことができる。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態であるカメラ型の3次元画像検出装置の斜視図である。図1を参照して第1の実施形態において用いられるカメラ型の3次元画像検出装置について説明する。

【0009】

カメラ本体10の前面には、被写体の通常のスチール画像であるテクスチャ画像を撮像するための撮影レンズ11Aと、被写体の距離情報を画素毎に距離画像（後述）として検出するための撮像レンズ11Bとが設けられている他、ファインダ窓12が設けられている。カメラ本体10の上面の中央部には、測距光であるレーザ光を照射する発光装置（光源）14が配設されている。発光装置14の左側にはリリーススイッチ15および液晶表示パネル16が設けられ、右側にはモード切替ダイヤル17が設けられている。カメラ本体10の側面には、ICメモリカード等の記録媒体を挿入するためのカード挿入口19が形成され、またピ

デオ出力端子 2 0、インターフェースコネクタ 2 1 が設けられている。

【 0 0 1 0 】

図 2 は図 1 に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

撮影レンズ 1 1 A の中には絞り 2 5 A が設けられている。絞り 2 5 A の開度はアイリス駆動回路 2 6 A によって調整される。撮影レンズ 1 1 A の焦点調節動作およびズーミング動作はレンズ駆動回路 2 7 A によって制御される。同様に、撮影レンズ 1 1 B の中には絞り 2 5 B が設けられ、絞り 2 5 B の開度はアイリス駆動回路 2 6 B によって調整される。更に撮影レンズ 1 1 B の焦点調節動作およびズーミング動作はレンズ駆動回路 2 7 B によって制御される。

【 0 0 1 1 】

撮影レンズ 1 1 A の光軸上にはカラーのスチル画像を撮影するための CCD (第 1 の撮像部) 2 8 A が配設され、撮影レンズ 1 1 B の光軸上には発光装置 1 4 から照射されたレーザ光による被写体からの反射光を検出するための CCD (第 2 の撮像部) 2 8 B が配設されている。CCD 2 8 A、2 8 B の各々の撮像面には、それぞれ撮影レンズ 1 1 A、1 1 B によって被写体像が形成され、被写体像に対応した電荷が発生する。CCD 2 8 A、2 8 B における電荷の蓄積動作、電荷の読出動作等の動作は、システムコントロール回路 3 5 から CCD 駆動回路 3 0 A、3 0 B へそれぞれ出力される CCD 駆動用のパルス信号によって制御される。CCD 2 8 A、2 8 B から読み出された電荷信号すなわち画像信号はそれぞれアンプ 3 1 A、3 1 B において増幅され、A/D 変換器 3 2 A、3 2 B においてアナログ信号からデジタル信号に変換される。デジタルの画像信号は撮像信号処理回路 3 3 においてガンマ補正等の処理を施され、画像メモリ 3 4 に一時的に格納される。アイリス駆動回路 2 6 A、2 6 B、レンズ駆動回路 2 7 A、2 7 B および撮像信号処理回路 3 3 はシステムコントロール回路 3 5 によって制御される。

【 0 0 1 2 】

画像信号は画像メモリ 3 4 から読み出され、LCD 駆動回路 3 6 に供給される。LCD 駆動回路 3 6 は画像信号に応じて動作し、これにより画像表示 LCD パネル 3 7 には、画像信号に対応した画像が表示される。また、画像表示 LCD パ

ネル 3 7 には、システムコントロール回路 3 5 において処理された画像信号も表示可能である。

【 0 0 1 3 】

また、画像メモリ 3 4 から読み出された画像信号は T V 信号エンコーダ 3 8 に送られ、ビデオ出力端子 2 0 を介して、カメラ本体 1 0 の外部に設けられたモニタ装置 3 9 に伝送可能である。システムコントロール回路 3 5 はインターフェース回路 4 0 に接続され、インターフェース回路 4 0 はインターフェースコネクタ 2 1 に接続されている。したがって画像メモリ 3 4 から読み出された画像信号は、インターフェースコネクタ 2 1 に接続されたコンピュータ 4 1 に伝送可能である。またシステムコントロール回路 3 5 は、記録媒体制御回路 4 2 を介して画像記録装置 4 3 に接続されている。したがって画像メモリ 3 4 から読み出された画像信号は、画像記録装置 4 3 に装着された I C メモリカード等の記録媒体 M に記録可能である。

【 0 0 1 4 】

システムコントロール回路 3 5 には、発光素子制御回路 4 4 が接続されている。発光装置 1 4 には発光素子 1 4 a と照明レンズ 1 4 b が設けられ、発光素子 1 4 a の発光動作は発光素子制御回路 4 4 によって制御される。発光素子 1 4 a は測距光であるレーザ光を照射するものであり、このレーザ光は照明レンズ 1 4 b を介して被写体の全体に照射される。被写体において反射した光は撮影レンズ 1 1 B に入射し、C C D 2 8 B において画像信号として検出される。後述するように、この画像信号から C C D 2 8 B の各画素に対応した被写体までの距離が算出される。

【 0 0 1 5 】

システムコントロール回路 3 5 には、リリーススイッチ 1 5、モード切替ダイヤル 1 7 から成るスイッチ群 4 5 と、液晶表示パネル（表示素子）1 6 とが接続されている。

【 0 0 1 6 】

次に図 3 および図 4 を参照して、本実施形態における距離測定の原理について説明する。なお図 4 において横軸は時間 t である。

【 0 0 1 7 】

距離測定装置 B から出力された測距光は被写体 S において反射し、図示しない CCD によって受光される。測距光は所定のパルス幅 H を有するパルス状の光であり、したがって被写体 S からの反射光も、同じパルス幅 H を有するパルス状の光である。また反射光のパルスの立ち上がりは、測距光のパルスの立ち上がりよりも時間 $\delta \cdot t$ (δ は遅延係数) だけ遅れる。測距光と反射光は距離測定装置 B と被写体 S の間の 2 倍の距離 r を進んだことになるから、その距離 r は

$$r = \delta \cdot t \cdot C / 2 \quad \dots (1)$$

により得られる。ただし C は光速である。

【 0 0 1 8 】

例えば測距光のパルスの立ち上がりから反射光を検知可能な状態に定め、反射光のパルスが立ち下がる前に検知不可能な状態に切換えるようにすると、すなわち反射光検知期間 T を設けると、この反射光検知期間 T における受光量 A は距離 r の関数である。すなわち受光量 A は、距離 r が大きくなるほど (時間 $\delta \cdot t$ が大きくなるほど) 小さくなる。

【 0 0 1 9 】

本実施形態における 3 次元計測では、上述した原理を利用して CCD 2 8 B に設けられ、2 次元的に配列された複数のフォトダイオードにおいてそれぞれ受光量 A を検出することにより行われる。すなわち、各フォトダイオード (各画素) において検出された受光量 A に基づいて、カメラ本体 1 0 から被写体 S の表面の各フォトダイオードに対応する点までの距離情報をフォトダイオード (画素) 毎に画像信号 (距離画像) として検出し、この画像信号から被写体 S の表面形状を表わす距離データをフォトダイオード (画素) 毎に算出する。

【 0 0 2 0 】

次に図 5 を参照して、撮像レンズ 1 1 A や CCD 2 8 A から成る撮像光学系 (第 1 の撮像光学系) A により検出される被写体のテクスチャ画像と、撮像レンズ 1 1 B や CCD 2 8 B から成る撮像光学系 (第 2 の撮像光学系) B により検出される被写体の距離画像との間に生ずる視差によりズレを補正するための視差補正処理について説明する。図 5 は、本実施形態のカメラ型の 3 次元画像検出装置に

において実行される処理の全体を表わすフローチャートである。

【0021】

図5のフローチャートに示された処理は、リリーススイッチ15が全押されることにより開始される。すなわち、リリーススイッチ15が全押されると、ステップ101が実行され、図3、4を用いて説明した距離測定原理に基づく3次元計測が発光装置14および撮像光学系B（CCD28B）を用いて開始される。これによりCCD28Bの各画素に対応した被写体の距離情報が距離画像として検出され画像メモリ34に一時的に記憶される（距離画像撮影）。次いでステップ102においてテクスチャ画像の撮影動作が開始される。すなわち、撮像光学系AにおけるCCD28Aを用いて通常のスチルビデオ制御が実行されることにより被写体のテクスチャ（スチル）画像が検出される。検出されたテクスチャ画像は画像メモリ34に一時的に記憶される（テクスチャ画像撮影）。

【0022】

ステップ103では、ステップ101において検出された距離画像のキャリブレーションが行われる。すなわち、撮像光学系Bにより生じる歪曲収差の補正が行われる。同様にステップ104では、ステップ102において撮像光学系Aにより検出されたテクスチャ画像に生じる歪曲収差の補正が行われる。

【0023】

ステップ105では、キャリブレーションが行われた距離画像において各画素に対応する被写体までの距離が算出され、この距離に基づいて各画素に対応する被写体の3次元座標データが算出される。後述するように、ステップ105において算出される3次元座標データは、例えば撮像光学系Bの焦点位置 O_B （図6参照）を原点とした座標系により表わされる。ステップ106では、ステップ105において算出された被写体の3次元座標データが、撮像光学系Aの焦点位置 O_A （図6参照）を原点とした座標系に座標変換される。なお、各画素に対応する被写体の3次元座標データは、撮像光学系Bの水平・垂直画角と画素の撮像面での位置から求められる。

【0024】

ステップ107では、座標変換された被写体の3次元座標に基づき距離画像の

画素とテクスチャ画像の画素との対応付けが行われる。すなわち、距離画像の各画素に対応し焦点位置 O_A を座標原点とする3次元座標をCCD28Aの撮像面に投影し、対応するテクスチャ画像の画素を求めることにより距離画像の画素とテクスチャ画像の画素との対応付けが行われる。距離画像は対応付けられたテクスチャ画像とともに記録媒体Mに記録される。これにより本実施形態の視差補正処理は終了する。

【0025】

次に図6を参照して、本実施形態の視差補正処理における座標変換処理（ステップ106）について説明する。図6は、撮像光学系Aと撮像光学系Bの幾何学的な配置を模式的に表わした図である。

【0026】

図6に示されるように、本実施形態において撮像光学系AおよびBは、それぞれの光学系の光軸 L_A および L_B がカメラから所定の距離離れた点Pにおいて交わるように配設されており、被写体の距離画像撮影およびテクスチャ画像撮影は点P付近に被写体が位置するようにカメラと被写体とを配置して行われる。点Pは、焦点位置 O_A 、 O_B を結ぶ線分 $O_A O_B$ の垂直二等分線である線分 L_0 上にある。すなわち、光軸 L_A 、 L_B は線分 L_0 とそれぞれ角度 θ で交わる。

【0027】

図6において、焦点位置 O_A および焦点位置 O_B は、それぞれデカルト座標系 (X_A, Y_A, Z_A) および (X_B, Y_B, Z_B) の座標原点である。デカルト座標系 (X_A, Y_A, Z_A) は、 X_A 軸が光軸 L_A に一致し、 Z_A 軸が紙面垂直上向きである右手座標系であり、デカルト座標系 (X_B, Y_B, Z_B) は、 X_B 軸が光軸 L_B に一致し、 Z_B 軸が紙面垂直上向きである右手座標系である。

【0028】

撮像光学系Bを用いた距離計測（3次元計測）により算出されるCCD28Bの各画素毎の被写体までの距離データは、焦点位置 O_B を原点とするデカルト座標系 (X_B, Y_B, Z_B) の3次元座標データに変換される。例えば撮像光学系Bの撮像面 S_B の点 q_B に対応する被写体上の点が点Qであるとき、点Qは座標系 (X_B, Y_B, Z_B) の3次元座標データ (x_B, y_B, z_B) として表わさ

れる。

【0029】

座標系 (X_B, Y_B, Z_B) で表わされた座標データ (x_B, y_B, z_B) は、座標系 (X_B, Y_B, Z_B) を Z_B 軸回り（図中時計回り）に角 2θ 回転させ、更に焦点位置 O_B から焦点位置 O_A へ平行移動することにより、座標系 (X_A, Y_A, Z_A) へ座標変換される。すなわち、上記角 2θ の回転により得られる座標系を座標系 (X_A', Y_A', Z_A') とし、そのときの点 Q の座標データを (x_A', y_A', z_A') 、 Z_B 軸回りの角 2θ の回転を回転行列 R 、焦点位置 O_B から焦点位置 O_A へのベクトルを $(\Delta X, \Delta Y, \Delta Z)$ とすると、座標系 (X_A, Y_A, Z_A) における点 Q の座標データ (x_A, y_A, z_A) は、次式で求められる。

【数1】

$$\begin{pmatrix} x_A \\ y_A \\ z_A \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} x_B \\ y_B \\ z_B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_A' + \Delta X \\ y_A' + \Delta Y \\ z_A' + \Delta Z \end{pmatrix} \quad \cdots (2)$$

【0030】

(2) 式により求められた座標データ (x_A, y_A, z_A) に対応する撮像光学系 A の撮像面 S_A の点 q_A を求めることにより、撮像面 S_B の点 q_B に対応する撮像面 S_A の点 q_A が求められ、距離画像とテクスチャ画像の対応関係が求められる（ステップ107）。

【0031】

なお、図6では2つの光軸 L_A, L_B は、便宜的にそれぞれ直線で表わされているが、光軸 L_A, L_B は撮像光学系 A, B 内においてそれぞれ屈曲していてもよい。

【0032】

また、撮像光学系 A, B の歪曲収差や、撮像光学系 A, B 間の位置関係、撮像面と焦点との関係は予め決まっているので、キャリブレーションや座標変換、撮像面への投影に必要なパラメータは予めメモリに記録され、上記各処理はこれらの

パラメータに基づいて行われる。

【0033】

以上により本実施形態によれば、異なる撮像光学系により撮像された距離画像とテクスチャ画像との間の視差を補正することができる。

【0034】

なお、本実施形態においてテクスチャ画像を得る撮像光学系Aと距離画像を得る撮像光学系Bの光軸は、一点で交わるように設定されていたが、2つの光軸は略同一の方向を向いていればよく互いに交わらなくともよい。光軸が交わらない一例として、2つの光軸が平行なときがあるが、このとき座標変換は平行移動のみとなり回転変換は必要では無い。したがって、座標変換はより簡略になる。

【0035】

本実施形態では、まず距離画像から焦点位置 O_B を座標原点とする座標系による各画素の座標データを求め、その後焦点位置 O_A を座標原点とする座標系に座標変換していたが、これらの処理を一括して行ってもよい。

【0036】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、被写体の3次元形状を表わす3次元座標データとこれに対応するテクスチャデータを異なる光学系を用いて取得する3次元画像検出装置において、3次元座標データとテクスチャデータとの間の視差によるズレを補正可能な3次元画像検出装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態であるカメラ型の3次元画像検出装置の斜視図である。

【図2】

図1に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

【図3】

測距光による距離測定の実理を説明するための図である。

【図4】

測距光、反射光、ゲートパルス、およびCCDが受光する光量分布を示す図で

ある。

【図 5】

本実施形態の 3 次元画像検出装置において実行されるプログラムのフローチャートである。

【図 6】

撮像光学系 A と撮像光学系 B との間の視差を模式的に表わす図である。

【符号の説明】

1 1 A 撮像レンズ

1 1 B 撮像レンズ

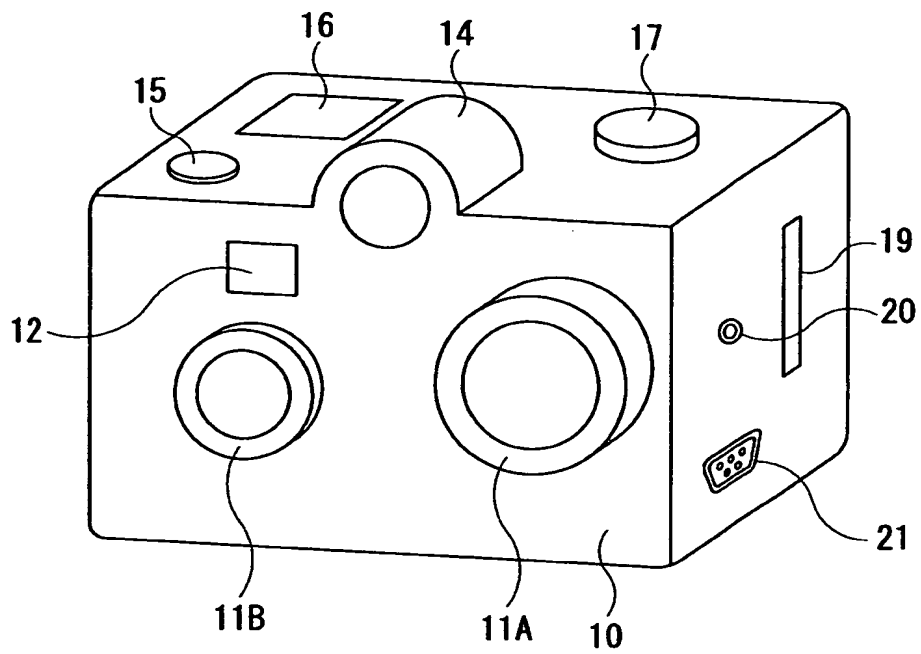
1 4 発光装置

2 8 A C C D

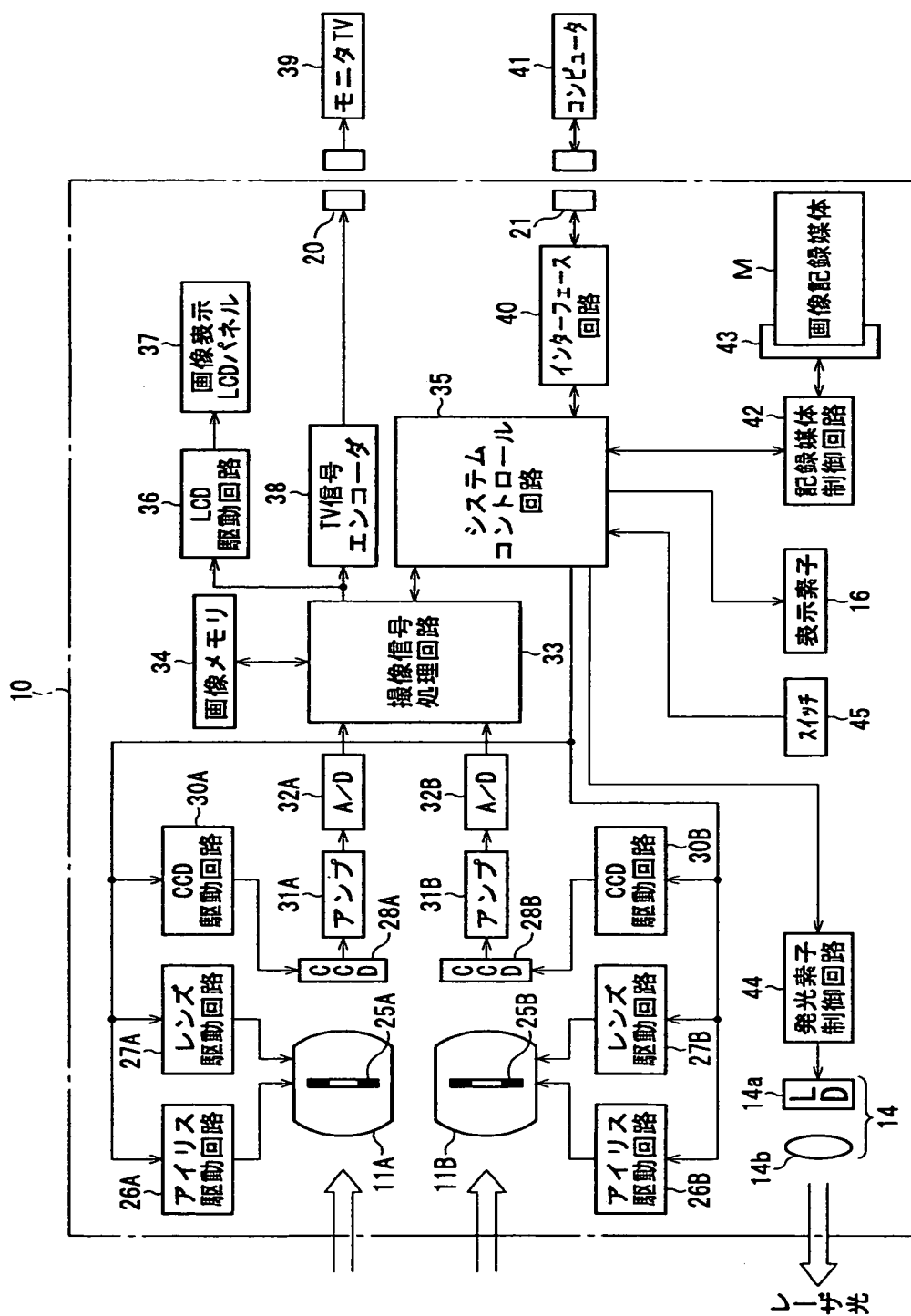
2 8 B C C D

【書類名】 図面

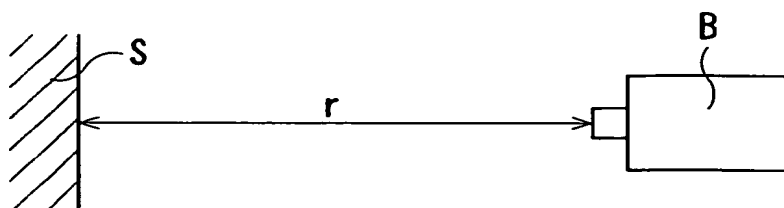
【図 1】



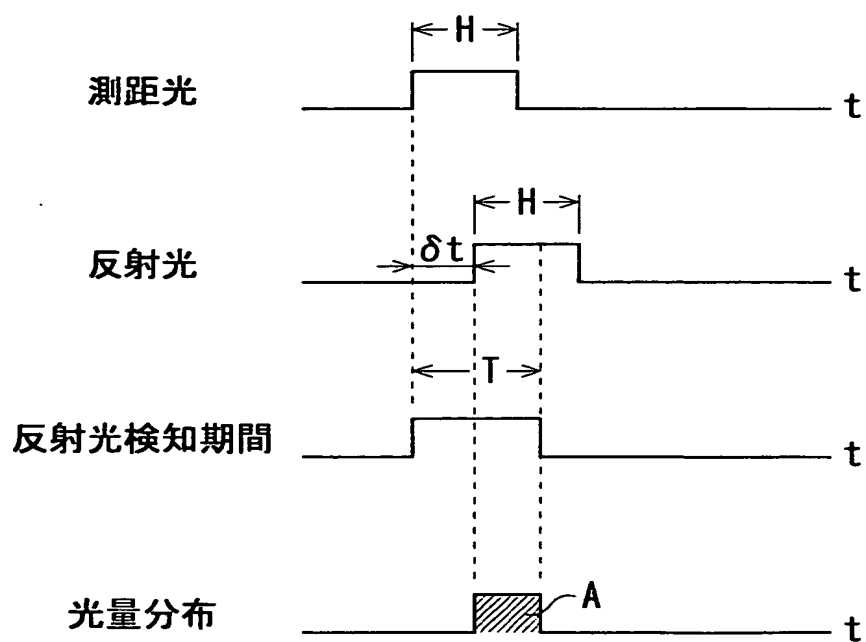
【図 2】



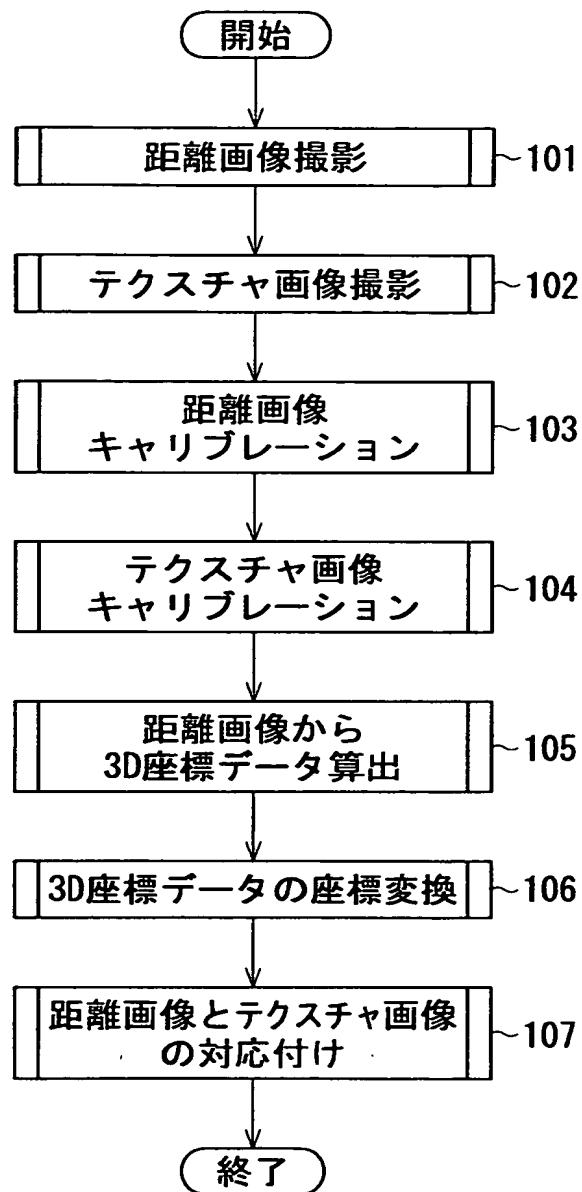
【図3】



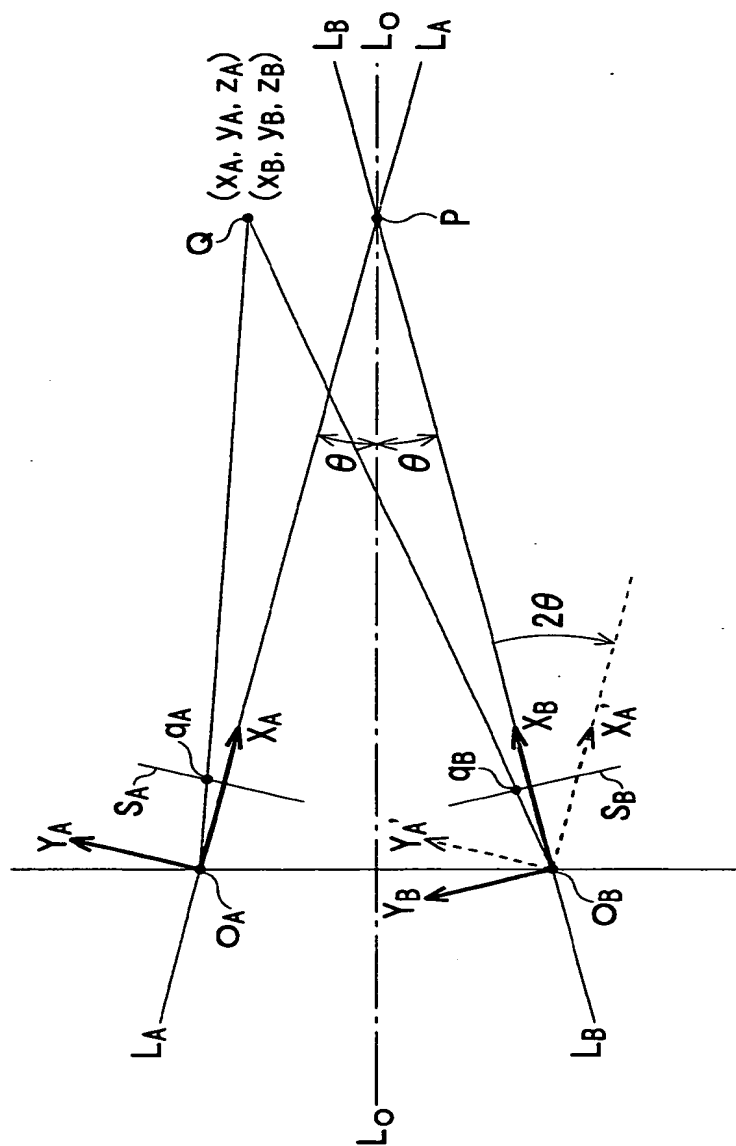
【図4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被写体の 3 次元形状を検出するための光学系とスチル画像を検出するための光学系とが異なる 3 次元画像検出装置においてその視差を補正する。

【解決手段】 発光装置 1 4 から測距光を照射し、その反射光を CCD 2 8 B で受光することにより、被写体までの距離情報を画素毎に得る。CCD 2 8 A を用いて被写体のスチル画像を撮影する。撮像レンズ 1 1 B と CCD 2 8 B で構成される光学系の焦点を座標原点として上記距離情報から、CCD 2 8 B の各画素に対応する被写体の座標値を算出する。各座標値を撮像レンズ 1 1 A と CCD 2 8 A で構成される光学系の焦点を座標原点とする座標系に変換する。変換された座標値から CCD 2 8 B の各画素に対応する被写体上の点が CCD 2 8 A への投影されたときの点を求め、CCD 2 8 B の画素と CCD 2 8 A の画素との対応を求める。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 0 5 2 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 1 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号
氏 名	旭光学工業株式会社